

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC879 U.S. PTO
09/917637
07/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 8月17日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-247439

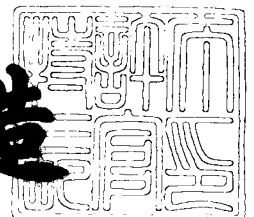
出 願 人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2001年 5月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3047246

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03695

【提出日】 平成12年 8月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 波多野 洋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 宮浦 智子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 坂田 忠文

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805690

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ソリッドイマージョンミラーおよび再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成されるソリッドイマージョンミラーであって、

前記媒質の上部の境界上に位置する入射点と、

前記上部から前記媒質の下部に向かって伸びる略筒状の側方反射面と、
を備え、

前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記側方反射面にて 1 回反射された後、前記下部の境界上の集光点に集光することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、
前記側方反射面が、長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面の一部であり、

前記入射点および前記集光点が前記楕円の 2 つの焦点に位置することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 3】 透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成されるソリッドイマージョンミラーであって、

前記媒質の上部の境界上に位置する入射点と、

前記媒質の下部に位置し、下方に向かって突出する凸形状の第 1 反射面と、

前記上部に位置する第 2 反射面と、

を備え、

前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記第 1 反射面および前記第 2 反射面にて順次反射された後、前記下部の境界上の集光点に集光することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第 1 反射面が、上下方向を向く長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面の下側の一部であり、

前記楕円の長軸の長さが 2 つの焦点間の距離の 3 倍であり、

前記第 2 反射面が前記楕円の下側の焦点にて前記長軸と垂直に交わる平面の一部であり、

前記入射点が前記下側の焦点に位置し、前記集光点が前記楕円と前記長軸との下側の交点に位置することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 5】 透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成されるソリッドイマージョンミラーであって、

前記媒質の境界上に位置する入射点と、

第 1 反射面および第 2 反射面と、

を備え、

前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記第 1 反射面にて反射されてコリメート光に変換され、前記コリメート光が前記第 2 反射面にて反射された後、前記媒質の境界上の集光点に集光することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第 1 反射面と前記第 2 反射面との有効領域の形状が同じであり、

前記第 1 反射面における所定の反射経路にて反射された光が、前記第 2 反射面において前記所定の反射経路に対応する反射経路を逆方向に経路して反射されることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 7】 請求項 5 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第 1 反射面の有効領域の形状と前記第 2 反射面の有効領域の形状とが異なることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 8】 請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第 1 反射面が対称軸を中心に第 1 放物線を回転させて得られる曲面の一部であり、前記入射点が前記第 1 放物線の焦点に位置し、

前記第 2 反射面が前記対称軸と一致する対称軸を有する第 2 放物線を前記対称軸を中心に回転させて得られる曲面の一部であり、前記集光点が前記第 2 放物線の焦点に位置し、

前記コリメート光が前記対称軸に沿って前記第 1 反射面から出射した後、前記

第2反射面に入射することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項9】 請求項5ないし7のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第1反射面が、第1反射面要素および前記第1反射面要素に対向する環状の第2反射面要素を有し、

前記第2反射面が、第3反射面要素および前記第3反射面要素に対向する環状の第4反射面要素を有し、

前記入射点が前記第2反射面要素のおよそ中央に位置し、前記集光点が前記第4反射面要素のおよそ中央に位置し、

前記入射点から発散光を入射した際に、光が前記第1反射面要素および前記第2反射面要素により順次反射されてコリメート光へと変換された後、前記コリメート光が前記第4反射面要素および前記第3反射面要素により順次反射されて前記集光点に集光することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項10】 請求項9に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第1反射面要素および前記第3反射面要素のそれぞれが平面であり、

前記第2反射面要素および前記第4反射面要素のそれぞれが対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部であることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項11】 請求項10に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第1反射面要素および前記第3反射面要素が、板状の1つの反射部材の表面および裏面であることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項12】 請求項7に記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記第1反射面が、第1反射面要素および前記第1反射面要素に対向する環状の第2反射面要素を有し、前記入射点が前記第2反射面要素のおよそ中央に位置し、

前記第2反射面が対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部であり、前記集光点が前記放物線の焦点に位置し、

前記入射点から発散光を入射した際に、光が前記第1反射面要素および前記第

2 反射面要素により順次反射されてコリメート光へと変換された後、前記対称軸に沿って前記第 2 反射面に入射することを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 1 3】 請求項 5 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面と前記第 2 反射面との間に中間反射面をさらに備えることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 1 4】 請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、

前記集光点近傍において前記媒質の表面にマスクが施されており、前記集光点において前記マスクに微小開口が形成されていることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記微小開口の直径が、前記発散光の波長以下であることを特徴とするソリッドイマージョンミラー。

【請求項 1 6】 記録媒体の記録内容を読み取る再生装置であって、光源と、請求項 1 ないし 1 5 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーと、前記光源からの光を前記ソリッドイマージョンミラーの前記入射点へと導く光学系と、

前記ソリッドイマージョンミラーの前記集光点を前記記録媒体の記録面に対向させつつ前記ソリッドイマージョンミラーを前記記録面に沿って走査させる走査機構と、

前記記録面からの光を検出する検出器と、を備えることを特徴とする再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を用いて試料の観察を行う顕微鏡や光を用いて情報の記録、再生

または消去を行う記録再生装置等利用されるソリッドイマージョンミラーに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ソリッドイマージョンレンズ(solid immersion lens) (以下、「SIL」と略す。)を用いた光学顕微鏡が知られている。SILは高屈折媒質により形成され、SILに光を入射させるとSIL表面の所定の集光点へと光が集光する。また、SILを用いることによりその媒質の屈折率分だけ開口数を大きくすることができる。したがって、SILの集光点の近接場領域にまで観察対象を近接させることにより、集光したスポット径をより小さくすることが可能となる。

【0003】

SILのこのような特性を利用して光の微小スポットを形成し、光を用いた記録再生を実現することも提案されている。すなわち、SILの集光点と記録媒体とを非常に近接させることにより、集光点近傍の近接場光(エバネッセント光のみならず、集光点の近接場領域に存在する他の光を含む。)を利用して、記録媒体の微小領域に対する記録や再生を行う技術が提案されている。

【0004】

一方、高屈折媒質内にて光を反射させることにより、SILと同様の機能を実現させるソリッドイマージョンミラー(solid immersion mirror) (以下、「SIM」と略す。)も提案されている。SIMは光の反射を利用するため、光を集光させる際に波長による集光状態のずれ(すなわち、色収差)が発生しないという長所を有する。

【0005】

SIMの従来例としては、例えば、特開平11-305132号公報や特開平11-238238号公報に記載されたものがある。特開平11-305132号公報に記載されたSIMでは、光源をSIMに直接取り付け、光源からの発散光を集光させる。また、特開平11-238238号公報に記載されたSIMでは、コリメート光を側方からSIMに入射させて集光させる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、特開平11-305132号公報に記載されたSIMでは、下面が平面であるとともに下面にて光の反射を行うようになっている。SIMは対象物と非常に近接して使用されるため、下面が平面かつ反射面であるSIMでは下面が対象物と接触する可能性が高いとともに反射面を損傷するおそれがある。

【0007】

一方、特開平11-238238号公報に記載されたSIMのようにコリメート光を側方からSIMに入射させる場合、集光点に対して光を均一に（すなわち、様々な方向から均一の強度で）入射させることができず、集光点に形成されるスポットが広がったり、楕円状になってしまう。集光点に対して光を均一に入射させるためには、入射させるコリメート光の強度分布を予め調整すること等が必要となるが、そのような光学的手段を設けることは実際には困難である。

【0008】

本発明は上記課題に鑑み、より好ましい新たな形態のSIMを提供することを主たる目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成されるソリッドイマージョンミラーであって、前記媒質の上部の境界上に位置する入射点と、前記上部から前記媒質の下部に向かって伸びる略筒状の側方反射面とを備え、前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記側方反射面にて1回反射された後、前記下部の境界上の集光点に集光する。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記側方反射面が、長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面の一部であり、前記入射点および前記集光点が前記楕円の2つの焦点に位置する。

【0011】

請求項3の発明は、透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成される

ソリッドイマージョンミラーであって、前記媒質の上部の境界上に位置する入射点と、前記媒質の下部に位置し、下方に向かって突出する凸形状の第1反射面と、前記上部に位置する第2反射面とを備え、前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記第1反射面および前記第2反射面にて順次反射された後、前記下部の境界上の集光点に集光する。

【0012】

請求項4の発明は、請求項3に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第1反射面が、上下方向を向く長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面の下側の一部であり、前記楕円の長軸の長さが2つの焦点間の距離の3倍であり、前記第2反射面が前記楕円の下側の焦点にて前記長軸と垂直に交わる平面の一部であり、前記入射点の前記下側の焦点に位置し、前記集光点が前記楕円と前記長軸との下側の交点に位置する。

【0013】

請求項5の発明は、透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成されるソリッドイマージョンミラーであって、前記媒質の境界上に位置する入射点と、第1反射面および第2反射面とを備え、前記入射点から発散光を入射させた際に、光が前記媒質内を伝播しつつ前記第1反射面にて反射されてコリメート光に変換され、前記コリメート光が前記第2反射面にて反射された後、前記媒質の境界上の集光点に集光する。

【0014】

請求項6の発明は、請求項5に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第1反射面と前記第2反射面との有効領域の形状が同じであり、前記第1反射面における所定の反射経路にて反射された光が、前記第2反射面において前記所定の反射経路に対応する反射経路を逆方向に経由して反射される。

【0015】

請求項7の発明は、請求項5に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第1反射面の有効領域の形状と前記第2反射面の有効領域の形状とが異なる。

【0016】

請求項 8 の発明は、請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面が対称軸を中心に第 1 放物線を回転させて得られる曲面の一部であり、前記入射点が前記第 1 放物線の焦点に位置し、前記第 2 反射面が前記対称軸と一致する対称軸を有する第 2 放物線を前記対称軸を中心に回転させて得られる曲面の一部であり、前記集光点が前記第 2 放物線の焦点に位置し、前記コリメート光が前記対称軸に沿って前記第 1 反射面から出射した後、前記第 2 反射面に入射する。

【 0 0 1 7 】

請求項 9 の発明は、請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面が、第 1 反射面要素および前記第 1 反射面要素に対向する環状の第 2 反射面要素を有し、前記第 2 反射面が、第 3 反射面要素および前記第 3 反射面要素に対向する環状の第 4 反射面要素を有し、前記入射点が前記第 2 反射面要素のおよそ中央に位置し、前記集光点が前記第 4 反射面要素のおよそ中央に位置し、前記入射点から発散光を入射した際に、光が前記第 1 反射面要素および前記第 2 反射面要素により順次反射されてコリメート光へと変換された後、前記コリメート光が前記第 4 反射面要素および前記第 3 反射面要素により順次反射されて前記集光点に集光する。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 0 の発明は、請求項 9 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面要素および前記第 3 反射面要素のそれぞれが平面であり、前記第 2 反射面要素および前記第 4 反射面要素のそれぞれが対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部である。

【 0 0 1 9 】

請求項 1 1 の発明は、請求項 1 0 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面要素および前記第 3 反射面要素が、板状の 1 つの反射部材の表面および裏面である。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 2 の発明は、請求項 7 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面が、第 1 反射面要素および前記第 1 反射面要素に対向する環状

の第 2 反射面要素を有し、前記入射点が前記第 2 反射面要素のおよそ中央に位置し、前記第 2 反射面が対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部であり、前記集光点が前記放物線の焦点に位置し、前記入射点から発散光を入射した際に、光が前記第 1 反射面要素および前記第 2 反射面要素により順次反射されてコリメート光へと変換された後、前記対称軸に沿って前記第 2 反射面に入射する。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 3 の発明は、請求項 5 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記第 1 反射面と前記第 2 反射面との間に中間反射面をさらに備える。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 4 の発明は、請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記集光点近傍において前記媒質の表面にマスクが施されており、前記集光点において前記マスクに微小開口が形成されている。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 5 の発明は、請求項 1 4 に記載のソリッドイマージョンミラーであって、前記微小開口の直径が、前記発散光の波長以下である。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 6 の発明は、記録媒体の記録内容を読み取る再生装置であって、光源と、請求項 1 ないし 1 5 のいずれかに記載のソリッドイマージョンミラーと、前記光源からの光を前記ソリッドイマージョンミラーの前記入射点へと導く光学系と、前記ソリッドイマージョンミラーの前記集光点を前記記録媒体の記録面に対向させつつ前記ソリッドイマージョンミラーを前記記録面に沿って走査させる走査機構と、前記記録面からの光を検出する検出器とを備える。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

< 1. 第 1 の実施の形態 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る記録再生装置 1 の構成の概略を示す平面図である。記録再生装置 1 は、光ディスク等の記録媒体 9 を保持した状態で記録媒体 9 を矢印 9 a にて示すように所定方向に回転させる回転機構 5、記録媒

体 9 の記録面に対する信号の記録、読み取り（再生）および消去を行う光ヘッド 2、光ヘッド 2 および回転機構 5 に対して駆動制御信号を与えるコントローラ 3、並びに、記録媒体 9 に対する記録信号（消去信号を含む）および記録媒体 9 からの再生信号を処理する信号処理部 4 を有する。

【 0 0 2 6 】

回転機構 5 はモータを含む回転駆動部 5 1 と回転軸 5 2 とを備えており、コントローラ 3 から与えられる駆動制御信号に基づいて回転駆動部 5 1 が回転軸 5 2 を所定方向に回転させる。回転軸 5 2 に対して記録媒体 9 は着脱自在とされ、回転軸 5 2 に装着された記録媒体 9 は回転軸 5 2 と一体となって回転する。

【 0 0 2 7 】

光ヘッド 2 は、記録媒体 9 の記録面に近接して信号の記録、再生および消去を行う光学ユニット 2 0 を有し、光学ユニット 2 0 は光ファイバ 2 2 を介して光源ユニット 2 1 に接続される。光学ユニット 2 0 はアーム 2 3 に取り付けられ、アーム 2 3 は矢印 2 3 a にて示すようにコントローラ 3 の制御の下、アーム駆動部 2 4 により記録媒体 9 のおよそ半径方向に揺動可能とされる。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、光学ユニット 2 0 および光源ユニット 2 1 の構成を示す概略図である。光源ユニット 2 1 は、光源 1 1、光源 1 1 からの光を光ファイバ 2 2 に導入するためのレンズ 1 2、1 4、光学ユニット 2 0 から光ファイバ 2 2 を介して導出される光を反射するビームスプリッタ 1 3、および、ビームスプリッタ 1 3 にて反射された光を検出する光検出器 1 5 を有する。光源 1 1 は、好ましくは半導体レーザ等の小型の光源であり、コントローラ 3 内に設けられた駆動回路によって発光が制御される。

【 0 0 2 9 】

光学ユニット 2 0 は、光ファイバ 2 2 から発散光が導入されるソリッドイマージョンミラー（SIM）2 0 1 をホルダ 2 5 が保持する構造となっており、ホルダ 2 5 はサスペンション 2 6 を介してアーム 2 3 と接続される。このような構造により、記録媒体 9 を回転させながら SIM 2 0 1 を記録媒体 9 上の記録面に近接させると、ホルダ 2 5 と記録面との間に生じる気流により、SIM 2 0 1 の下

面と記録面との間に僅かな間隙が生じる。すなわち、光ヘッド2では、いわゆるハードディスクにおける浮上スライダ式の磁気ヘッドと同様の原理により、SIM201の下面が記録媒体9の記録面に近接する状態が維持される。

【0030】

光源11からの光はレンズ12、14および光ファイバ22により構成される光学系を介してSIM201内部へと導かれ、SIM201に導入された光はSIM201の内部にて反射されてSIM201の下面の所定の集光点に集光される。SIM201の下面と記録媒体9の記録面とは非常に近接することから、SIM201の下面に形成される微小スポットの近接場領域に存在する光を利用して情報の記録、再生、消去が可能となる。SIM201は後述するように主として高屈折率の媒質により形成され、SIM201を記録面に近接させることにより集光点近傍における開口数が増大する。これにより、下面に形成されるスポットは非常に微小なものとなり、高密度の記録が実現される。

【0031】

一方、記録媒体9からの反射光（微小スポットの近接場領域にて拡散された光を含む）はSIM201から光ファイバ22へと導出されてビームスプリッタ13に入射し、ビームスプリッタ13にて反射されて光検出器15に入射する。これにより、記録媒体9に記録された情報が光検出器15によって読み取られる。

【0032】

また、図1に示すように、アーム23の先端は円盤状の記録媒体9のおよそ半径方向に移動可能とされ、コントローラ3の制御の下、記録媒体9を回転させながらアーム23の先端をアーム駆動部24により移動させることにより、SIM201の集光点を記録面に対向させつつSIM201が記録面の任意の領域にアクセス可能とされる。すなわち、アーム23、アーム駆動部24および回転駆動部51により、SIM201を記録面に沿って走査させる走査機構が構成される。

【0033】

そして、記録媒体9の回転および光学ユニット20の移動に合わせながら記録媒体9に記録するための情報が信号処理部4によりコントローラ3を介してレー

ザ駆動回路に与えられ、記録媒体 9 への情報の記録（または、消去）が行われる。また、光検出器 15 で検出される信号をコントローラ 3 を介して信号処理部 4 が処理することにより、記録媒体 9 に記録された情報の読み取りが行われる。読み取られた情報は、適宜、他の情報処理機器に向けて出力される。

【 0 0 3 4 】

記録再生装置 1 における記録媒体 9 に対する情報の記録、再生および消去の手法としては光を利用する様々な手法が利用可能である。好ましい 1 つの手法としては、異なった波長の光によりフोटクロミック材料の光学特性を変化させるという手法が利用可能である。この手法では、記録媒体 9 の記録面にフोटクロミック材料で形成される記録層が設けられ、光源 11 には、例えば、記録用、再生用、消去用の波長の光を発生する複数のレーザー発光素子が設けられる。記録用および消去用の波長の光としてはフोटクロミック材料の光学特性を変化させる波長の光が用いられ、再生用の光としてはフोटクロミック材料の光学特性に変化を与えない波長の光が利用される。

【 0 0 3 5 】

なお、記録再生装置 1 は、2 種類の波長の光のみにより記録、消去および再生が行われるようになっていてもよく、光を用いて記録、消去および再生を行う他の原理が利用されてもよい。さらに、記録を別の装置により行い、図 1 に示す装置が再生専用の装置として利用されてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、記録再生装置 1 では光の反射を利用する S I M 2 0 1 を用いることから、光の波長の相違による集光の度合いの相違、すなわち、色収差が生じず、様々な波長の光を適切に集光させることができる。したがって、記録再生装置 1 を他の記録媒体（例えば、C D、D V D、今後開発される記録媒体等）も利用できる装置とすることも可能である。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、光学ユニット 20 に設けられる S I M 2 0 1 の構造を示す縦断面図である。

【 0 0 3 8 】

SIM201は、透光性を有する高屈折率の媒質210により主として形成され、媒質210の上部に形成された上面220、および、下部に形成された下面230を有する。上面220と下面230との間の側面は、実質的に略筒状の反射面（以下、「側方反射面」という。）240となっており、媒質210は軸211を中心とする回転体形状となっている。光ファイバ22からの光は、上面220の中央の微小領域である入射点221から発散光7として媒質210内へと導かれる。

【0039】

SIM201の中央には遮光板212が設けられており、入射点221から下面230へと光が直接入射しないようになっている。したがって、発散光7は側方反射面240へと導かれ、側方反射面240にて1回反射された後、下面230の中央の集光点231に集光するようになっている。なお、入射点221からの光が下面230に直接入射しても記録や再生の動作に影響が生じない場合には、遮光板212が省略されてもよい。

【0040】

図4は、側方反射面240の形状、並びに、入射点221および集光点231の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【0041】

楕円840の上側の焦点821から発散光7が出射され、光が楕円840にて反射されるものと仮定した場合、反射された光は下側の焦点831に集光する。図3において、図4に示す長軸811（長軸を含む直線として図示している。以下同様）を中心に楕円840を回転させて得られる曲面の一部が側方反射面240に相当し、焦点821を通り長軸811に垂直な平面820の一部が上面に相当し、焦点831を通り長軸811に垂直な平面830の一部が下面230に相当する。そして、上側の焦点821の位置が入射点221の位置に相当し、下側の焦点831の位置が集光点231の位置に相当する。

【0042】

側方反射面240の形状、並びに、入射点221および集光点231の位置を以上のように決定することにより、入射点221から媒質210内に向けて発散

光 7 が入射されると、光が媒質 2 1 0 内を伝播しつつ側方反射面 2 4 0 により 1 回反射され、集光点 2 3 1 に集光する。したがって、集光点 2 3 1 に記録媒体 9 の記録面を近接させることにより、近接場光を利用した情報の記録、再生および消去が実現される。

【 0 0 4 3 】

なお、記録内容の再生が行われる場合には、集光点 2 3 1 に集光した光が記録面にて散乱されて集光点 2 3 1 から発散光として媒質 2 1 0 内に入射し、側方反射面 2 4 0 にて反射されて入射点 2 2 1 に集光する。そして、図 2 に示したように入射点 2 2 1 から光ファイバ 2 2 およびビームスプリッタ 1 3 を介して光検出器 1 5 へと導かれる。

【 0 0 4 4 】

ここで、SIM 2 0 1 は軸 2 1 1 を回転の中心とする回転対称となっていることから、集光点 2 3 1 には周囲から均等に光が入射し、適切な円形のスポットが形成される。その結果、記録再生装置 1 における記録、再生および消去の動作も適切に行うことが実現される。

【 0 0 4 5 】

また、SIM 2 0 1 では側方反射面 2 4 0 にて 1 回反射されるのみで光が集光する。すなわち、SIM 2 0 1 では下面 2 3 0 にて光を反射することなく、集光点 2 3 1 に光を集光させることができる。したがって、万一、集光点 2 3 1 以外の位置で下面 2 3 0 に損傷が生じたとしても光の集光が影響を受けることはない。

【 0 0 4 6 】

さらに、SIM 2 0 1 では、側方反射面 2 4 0 の下端が集光点 2 3 1 の側方の周囲を囲むことから、集光点 2 3 1 に大きな入射角（軸 2 1 1 となす角）で光を入射させることができ（すなわち、最大入射角をほぼ 90° とすることができ）、集光点 2 3 1 近傍における開口数が高い成分の光を用いてスポットを形成することができる。これにより、微小なスポットを形成することができ、記録媒体 9 の記録密度を向上することができる。

【 0 0 4 7 】

一方、下面 2 3 0 は反射面として利用されないことから、下面 2 3 0 を平面としない S I M も容易に設計することができる。例えば、集光点 2 3 1 を頂点とする扁平な円錐面（頂点が下方を向く円錐面）を下面 2 3 0 とした S I M を作製することにより、S I M が僅かに傾いたとしても記録媒体 9 の記録面と S I M との接触が防止される。下面 2 3 0 のうち記録媒体 9 と接触する可能性のある部分のみが傾斜面とされてもよい。

【 0 0 4 8 】

図 5 は、図 3 に示す S I M 2 0 1 に各種コーティングを施した S I M 2 0 1 a を例示する縦断面図である。

【 0 0 4 9 】

S I M 2 0 1 a では、側面には反射コート 2 4 1 が形成される。また、下面には集光点 2 3 1 以外から光が外部に漏れ出さないようにマスク 2 3 2 が形成される。これらのコート（マスクを含む。）は、例えば、金属膜として形成される。

【 0 0 5 0 】

側面の反射コート 2 4 1 は、媒質 2 1 0 に入射する光に対して側面が全反射条件を満たさない場合であっても側面を反射面とするために形成されるものであり、外部から不要な光が入射することも防止する。

【 0 0 5 1 】

下面のマスク 2 3 2 は、不要な光が下面から放出されて記録媒体 9 へと入射することを防止するためのものであり、集光点 2 3 1 には微小開口 2 3 1 a が形成される。微小開口 2 3 1 a の直径（実質的に直径とみなすことができる長さ）は約 $1 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なお、微小開口 2 3 1 a から集光点 2 3 1 の近接場領域の光のみを導出して記録、再生および消去に利用する場合には、微小開口 2 3 1 a の直径を光の波長以下とすることが好ましい。

【 0 0 5 2 】

また、集光点 2 3 1 近傍の媒質表面に形成されるマスク 2 3 2 は反射コート 2 4 1 と一体的に形成されてもよく、反射コート 2 4 1 およびマスク 2 3 2 のいずれかのみが選択的に形成されてもよい。以下に説明する他の S I M においても反射コートやマスクは適宜形成されてよい。

【 0 0 5 3 】

< 2. 第 2 の実施の形態 >

次に、第 2 の実施の形態として、記録再生装置 1 に用いられる S I M の他の形態について説明する。図 6 は、第 2 の実施の形態に係る S I M 2 0 2 の構造を示す縦断面図である。

【 0 0 5 4 】

S I M 2 0 2 は、透光性を有する高屈折率の媒質 2 1 0 により主として形成され、軸 2 1 1 を中心とする回転体形状となっている。また、上面 2 2 0 は平面であり、下面 2 3 0 は下方に向かって突出する凸形状となっている。光ファイバ 2 2 (図示省略) からの光は、上面 2 2 0 の中央の入射点 2 2 1 から発散光 7 として媒質 2 1 0 内へと導かれる。発散光 7 は下面 2 3 0 にて反射された後、集光しつつ上面 2 2 0 に入射し、上面 2 2 0 にてさらに反射されて集光点 2 3 1 に集光する。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、上面 2 2 0 および下面 2 3 0 の形状および配置、並びに、入射点 2 2 1 および集光点 2 3 1 の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【 0 0 5 6 】

楕円 8 3 0 a の下側の焦点 8 2 1 a から発散光 7 が出射され、光が楕円 8 3 0 a にて反射されるものと仮定した場合、反射された光は上側の焦点 8 2 1 b に集光する。ここで、焦点 8 2 1 a を通り長軸 8 1 1 に垂直な平面 8 2 0 a を想定し、光が平面 8 2 0 a にて反射されるものとし、さらに、楕円 8 3 0 a の長軸長 (長軸 8 1 1 と楕円 8 3 0 a との 2 つの交点間の距離) が 2 つの焦点 8 2 1 a, 8 2 1 b 間の距離の 3 倍である場合、焦点 8 2 1 b と下端の点 8 3 1 a (長軸 8 1 1 と楕円 8 3 0 a との下側の交点) とは、平面 8 2 0 a に関して対称関係となる。

【 0 0 5 7 】

したがって、焦点 8 2 1 a から出射され、楕円 8 3 0 a および平面 8 2 0 a にて反射された光は、点 8 3 1 a に集光することとなる。図 6 において、図 7 に示

す上下方向を向く長軸 811 を中心に楕円 830a を回転させて得られる曲面の下側の一部が下面 230 に相当し、焦点 821 を通り長軸 811 に垂直な平面 820a の一部が上面 220 に相当する。そして、下側の焦点 821a の位置が入射点 221 の位置に相当し、点 831a の位置が集光点 231 の位置に相当する。

【0058】

上面 220 および下面 230 の形状および配置、並びに、入射点 221 および集光点 231 の位置を以上のように決定することにより、入射点 221 から媒質 210 内に向けて発散光 7 が入射されると、光が媒質 210 内を伝播しつつ下面 230 および上面 220 により順次反射され、集光点 231 に集光する。したがって、集光点 231 に記録媒体 9 の記録面を近接させることにより、近接場光を利用した情報の記録、再生および消去が実現される。

【0059】

なお、記録内容の再生が行われる場合には、集光点 231 に集光した光が記録面にて散乱されて集光点 231 から発散光として入射し、逆の経路を辿って入射点 221 に集光する。そして、入射点 221 から光ファイバ 22 およびビームスプリッタ 13 を介して光検出器 15 へと導かれる。

【0060】

ここで、SIM202 は軸 211 を回転の中心とする回転対称となっていることから、集光点 231 には周囲から均等に光が入射し、適切な円形のスポットが形成される。

【0061】

また、SIM202 では下面 230 が下方に向かって凸形状となっているので、SIM202 が傾いても下面 230 と記録媒体 9 とが接触することを防止することができる。これにより、反射面の損傷が防止される。

【0062】

なお、SIM202 において下面 230 に反射コート进行形成する場合、反射コートと集光点 231 近傍のマスクとを兼ねたコートを形成することができる。

【0063】

< 3. 第 3 の実施の形態 >

次に、第 3 の実施の形態として、記録再生装置 1 に用いられる SIM のさらに他の形態について説明する。図 8 は、第 3 の実施の形態に係る SIM 2 0 3 の縦断面図である。

【 0 0 6 4 】

SIM 2 0 3 は、透光性を有する高屈折率の媒質により主として形成され、媒質は図 8 において符号 2 1 0 a を付す部分と、符号 2 1 0 b を付す 2 つの突起形状の部分とを有する。符号 2 1 0 a を付す部分は立方体を互いに対向する 2 つの辺を含む面で切断した形状（直角二等辺三角形を底面とする角柱）をしており、符号 2 1 0 b を付す部分は、対称軸を中心に放物線を回転させて得られる立体を対称軸を含む面で切断した形状をしている。

【 0 0 6 5 】

図 9 および図 1 0 は、SIM 2 0 3 の形状、並びに、入射点 2 2 1 および集光点 2 3 1 の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【 0 0 6 6 】

図 9 において、放物線 8 5 0 の焦点 8 2 1 c から発散光 7 が出射され、光が放物線 8 5 0 にて反射されるものと仮定した場合、反射された光はコリメート光 7 1 となる。逆に、対称軸 8 1 1 a に平行なコリメート光を放物線 8 5 0 に入射させると、光が焦点 8 2 1 c に集光する。

【 0 0 6 7 】

ここで、対称軸 8 1 1 a を中心に放物線 8 5 0 を回転させて得られる曲面を考えた場合、この曲面は焦点からの発散光をコリメート光に変換する反射面として利用することができるとともにコリメート光を焦点に集光させる反射面としても利用することができる。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 は、共通の対称軸を中心に互いに反対向きの 2 つの放物線を回転させて得られる曲面 2 5 1, 2 5 2 を媒質表面に形成した SIM を示す図である。なお、対称軸よりも下側の半分は削除されている。図 1 0 において、曲面 2 5 1 の焦

点に位置する入射点 2 2 1 から発散光 7 を入射させると、曲面 2 5 1 にて反射されてコリメート光 7 1 に変換される。そして、コリメート光 7 1 は曲面 2 5 2 にて反射されて、曲面 2 5 2 の焦点に位置する集光点 2 3 1 に集光する。これにより、入射点 2 2 1 から入射された発散光 7 を集光点 2 3 1 に集光させる S I M が実現される。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 に示す S I M は、入射点 2 2 1 と集光点 2 3 1 とが同一の下面に存在するため、記録再生装置 1 に利用するには好ましい形状ではない。そこで、図 1 0 に示す S I M において面 2 5 3 a (紙面に垂直に交わる面) を用いて光の進行方向を折り曲げたものが図 8 に示す S I M 2 0 3 である。

【 0 0 7 0 】

すなわち、図 8 において反射面である曲面 2 5 1 および曲面 2 5 2 は対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部となっており、入射点 2 2 1 および集光点 2 3 1 はそれぞれ曲面 2 5 1 および曲面 2 5 2 の焦点に位置する。そして、入射点 2 2 1 から入射される発散光 7 は曲面 2 5 1 によりコリメート光 7 1 に変換された後、反射面 2 5 3 により反射されて進行方向が変えられ、曲面 2 5 2 により集光点 2 3 1 へと集光される。

【 0 0 7 1 】

ところで、対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面を用いて発散光 (任意の方向に均等の強度で発散する光) をコリメート光に変換した場合、対称軸に垂直な面によるコリメート光の断面強度分布は一様とはならない。しかしながら、S I M 2 0 3 では、同一形状の曲面 2 5 1, 2 5 2 を用いるとともに、曲面 2 5 1 における所定の反射経路にて反射された光が、曲面 2 5 2 における対応する反射経路を逆方向に経由して反射される。すなわち、曲面 2 5 1 による光の変換と曲面 2 5 2 による光の変換は互いに正反対の変換となる。

【 0 0 7 2 】

したがって、様々な方向に均等な強度で発散する光を曲面 2 5 1 にてコリメート光に変換した後、曲面 2 5 2 により集束光に変換した場合、様々な方向から均等な強度で集光点 2 3 1 に入射する集束光が得られ、集光点 2 3 1 には適切な光

のスポットが形成される。なお、曲面 2 5 1 と曲面 2 5 2 との形状は、光を有効に反射する領域におい同形状であればよい。

【 0 0 7 3 】

また、S I M 2 0 3 では集光点 2 3 1 を含む下面 2 3 0 が反射面として利用されないため、万一、集光点 2 3 1 以外の位置で下面 2 3 0 に損傷が生じたとしても光の集光が影響を受けることはない。

【 0 0 7 4 】

なお、S I M 2 0 3 の符号 2 1 0 a を付す部分は、立方体を半分に切断した形状であると説明したが、曲面 2 5 1 からの光を曲面 2 5 2 へと導くことができる範囲内で適宜形状が変更されてよい。また、曲面 2 5 1, 2 5 2 および反射面 2 5 3 には適宜、反射コートが形成されてもよい。さらに、入射点 2 2 1 および集光点 2 3 1 が位置する面は平面でなくてもよい。

【 0 0 7 5 】

< 4. S I M のその他の形態 >

第 3 の実施の形態に係る S I M 2 0 3 では、発散または集束する光とコリメート光との間で変換を行う反射面を利用するようにしているが、このような反射面としては図 8 に示すもの以外に様々な形状の面を利用することができる。

【 0 0 7 6 】

図 1 1 に示す媒質 2 1 0 は、軸 2 1 1 を対称軸として放物線を回転させて得られる曲面 2 6 1 を側面として有し、下面 2 6 3 の中心の点 2 6 2 が放物線の焦点に位置する。曲面 2 6 1 を反射面として利用する場合、点 2 6 2 からの発散光を曲面 2 6 1 によりコリメート光 7 1 へと変換することができ、逆に、軸 2 1 1 に平行なコリメート光 7 1 を曲面 2 6 1 に入射させると点 2 6 2 に集光させることができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 は図 1 1 に示す曲面 2 6 1 を上下に 2 つ設けることにより、上面 2 2 0 の入射点 2 2 1 から入射した発散光を下面 2 3 0 の集光点 2 3 1 に集光させる S I M 2 0 4 を示す縦断面図である。S I M 2 0 4 において、曲面 2 6 4 は対称軸である軸 2 1 1 を中心に放物線を回転させて得られる曲面の一部であり、入射点

221がこの放物線の焦点に位置する。曲面265も軸211を中心に別の放物線（対称軸が軸211と一致する。）を回転させて得られる曲面の一部であり、集光点231が放物線の焦点に位置する。したがって、入射点221から発散光7を媒質210内に入射させると、曲面264によりコリメート光71へと変換され、コリメート光71は軸211に沿って曲面265に入射して反射され、集光点231に集光する。

【0078】

媒質210内には、発散光が集光点231に直接入射することを防止するために必要に応じて遮光板212が設けられる。

【0079】

SIM204は軸211を回転の中心とする回転対称となっていることから、集光点231には周囲から均等に光が入射し、適切な円形のスポットが形成される。また、下面230が反射面として利用されないことから、万一、集光点231以外の位置で下面230に損傷が生じたとしても光の集光が影響を受けることはない。

【0080】

さらに、集光点231に大きな入射角（軸211となす角）で光を入射させることができ、集光点231近傍における開口数が高い成分の光を用いてスポットを形成することができる。これにより、微小なスポットを形成することができる。記録媒体9の記録密度を向上することができる。

【0081】

図13は、発散または集束する光とコリメート光との間で変換を行う反射面のさらに他の例を示す図である。図13において、光の変換を行う反射面は反射面要素271および反射面要素272により構成され、反射面要素271は軸211を中心とする環状となっており、反射面要素272は軸211を中心とする円状となっている。

【0082】

図14は反射面要素271および反射面要素272の関係を説明するための図である。図14において対称軸811aに平行なコリメート光71が放物線87

1にて反射されるものと仮定した場合、反射された光は焦点874に集光する。そこで、放物線871の頂点873と焦点874とを垂直2等分する直線872を想定し、光が直線872により反射されるものとする、反射された光は頂点873に集光する。

【0083】

図13において、反射面要素271は放物線871を対称軸811aを中心に回転させて得られる曲面の一部であり、反射面要素272は直線872を対称軸811aを中心に回転させて得られる平面の一部となっている。そして、媒質210の境界上の点273が頂点873に相当する位置（およそ、反射面要素271の中央となる。）に設けられる。これにより、軸211に沿ってコリメート光71が反射面要素271に入射すると、反射面要素271および反射面要素272にて順次反射されて点273に集光する。逆に、点273からの発散光は反射面要素272および反射面要素271にて順次反射されてコリメート光71へと変換される。

【0084】

なお、媒質210の屈折率と反射面要素への入射角が、全反射条件を満たすような場合には、反射面要素271、272は反射コートとして設けられる必要はなく、媒質210の表面自体を反射面要素として利用することができる。

【0085】

図15は、図13に示した反射面要素群を上下に2つ設けたSIM205を示す縦断面図である。SIM205において、反射面要素275および反射面要素276が図13における反射面要素271に相当し、反射面要素274および反射面要素277が図13における反射面要素272に相当する。そして、入射点221および集光点231が図13における点273に相当する。すなわち、反射面要素275は反射面要素274に対向する環状の反射面となっており、入射点221は反射面要素275のおよそ中央に位置し、反射面要素276は反射面要素277に対向する環状の反射面となっており、集光点231は反射面要素276のおよそ中央に位置する。

【0086】

そして、反射面要素 2 7 4 および反射面要素 2 7 5 が入射点 2 2 1 から媒質 2 1 0 に入射する発散光を順次反射してコリメート光 7 1 に変換する反射面を構成し、反射面要素 2 7 6 および反射面要素 2 7 7 がコリメート光 7 1 を順次反射して集光点 2 3 1 に集光させる反射面を構成する。なお、反射面要素 2 7 4 および反射面要素 2 7 7 は板状の 1 つの反射部材（金属等の薄膜）の表面および裏面となっている。

【 0 0 8 7 】

SIM 2 0 5 も軸 2 1 1 を回転の中心とする回転対称となっていることから、集光点 2 3 1 には周囲から均等に光が入射し、適切な円形のスポットが形成される。また、下面は下方向に凸となる形状となることから、SIM 2 0 5 が傾いたとしても SIM 2 0 5 と記録媒体 9 との接触を防止することができる。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 は、図 1 5 に示す SIM 2 0 5 の入射点 2 2 1 側の部分と図 1 2 に示す SIM 2 0 4 の集光点 2 3 1 側の部分とを合体させた SIM 2 0 6 を示す縦断面図である。SIM 2 0 6 においても、入射点 2 2 1 からの発散光は媒質 2 1 0 内を伝播しながら反射面要素 2 7 4 および反射面要素 2 7 5 に反射されて軸 2 1 1 に平行なコリメート光 7 1 へと変換され、曲面 2 6 5 により集光点 2 3 1 へと集光される。

【 0 0 8 9 】

SIM 2 0 6 のように、発散光をコリメート光 7 1 へと変換する反射面の特性と、コリメート光 7 1 を集束光へと変換する反射面の特性とを単に逆変換の関係とは異なったものとする事により、すなわち、これらの反射面（反射面要素群を含む。）の形状を異なったものとする事により、集光点 2 3 1 に集光する光の特性を適宜変更することが実現される。

【 0 0 9 0 】

例えば、SIM 2 0 6 では入射点 2 2 1 からの発散光の最大出射角（軸 2 1 1 となす角）よりも集光点 2 3 1 に光が入射する最大入射角（軸 2 1 1 となす角）を大きくすることができ、入射する発散光の発散の程度が小さくても集光点 2 3 1 近傍において開口数が高い成分の光を用いてスポットを形成することができ

る。これにより、微小なスポットを形成することができ、記録媒体 9 の記録密度を向上することができる。

【0091】

SIM206のように発散光をコリメート光に変換する反射面と、コリメート光を集束光に変換する反射面とを異なったものとする手法は、図8に示したSIM203、図12に示したSIM204、および、図15に示したSIM205においても利用することができる。すなわち、これらのSIMの設計では対称軸を中心に放物線を回転させて得られる曲面が2つずつ用いられるが、これらの曲面を設計する際に用いる放物線の大きさを互いに異なるものとするにより、入射点221側の曲面形状と集光点231側の曲面形状とを異なったものとすることができ、集光点231における集光特性を適宜変更することが可能となる。なお、両反射面の全体形状が同一であっても、実際に光を有効に反射する領域にて形状が相違すれば集光特性の変更が実現される。

【0092】

<5. SIMの製造方法>

次に、以上に説明したSIMの製造方法について説明する。

【0093】

図17は図3に示すSIM201をガラスモールド法にて製作するためにチタンシリカ系ガラスであるガラス材200（ガラスゴブ）をプレス加工する様子を示す図である。ガラス材200は上型611、2つの横型612、613および下型614を用いて加熱機構62により加熱されながら石英管63内の窒素ガス雰囲気下にてプレスされる。なお、横型612、613には長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面が形成されている。

【0094】

上型611はプレスの際に隙間ができる大きさとされ、プレス加工後のガラス材200の上部には図18に示すように不要部分200aが残る。そこで、この不要部分200aを上面に相当する面220aの位置まで研磨除去し、SIM201の製作が完了する。なお、必要な場合には、適宜、図5に例示したコートが形成される。

【0095】

図6に示すSIM202は、凸平レンズと形状が似ているため、通常のガラスモールド法で形成される。また、必要に応じて反射面のコートが形成される。

【0096】

図19は図8に示すSIM203を製作する際のプレス加工の様子を示す図である。図19においてもガラス材200が上型615および下型616を用いて加熱機構62により加熱されながら石英管63内の窒素ガス雰囲気化にてプレスされる。ガラスモールド法によるプレス加工により図20に示す形状にガラス材200が加工され、下部200bを研磨することにより放物線の焦点に相当する点を含む面が形成される。以上の処理により、SIM203を2等分したうちの1つの部分が作製される。また、必要に応じて反射コートが形成される。

【0097】

その後、図21に示すように、加工済みの2つのガラス材200を光学的マッチングを有する接着剤等で面200cにて接着することによりSIM203の製作が完了する。なお、SIM203は必ずしも同形状の2つの部分として作製される必要はない。

【0098】

図12、図15、図16に示したSIM204～206は、ガラスモールド法にて上側の部分と下側の部分とが個別の形成される。その後、必要に応じて反射コートを形成し、光学的マッチングを有する接着剤等で接着される。なお、SIM204～206では、上側の部分と下側の部分との分割面をコリメート光71の進行方向に対して垂直な面とすることができ、この場合には、接着に際して必ずしも光学的マッチングが図られる必要はない。さらには、上側の部分と下側の部分とが接着されてなくてもよい。

【0099】

<6. 変形例>

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0100】

例えば、上記実施の形態に係るSIMにおいて、媒質210の表面自体を反射面として利用する場合、媒質210の屈折率が高ければ高いほど確実な反射が実現される。一般的には、屈折率は1.5以上とされることが好ましい。屈折率を1.5以上とすることは媒質210としてガラスを用いることにより容易に実現される。媒質210としては、結晶等の他の材料が利用されてもよい。

【0101】

また、媒質210には上面や下面に相当する部位が明確に存在しなくてもよい。すなわち、SIM201やSIM202において、入射点221は媒質210の上部の境界上に存在すればよく、集光点231は媒質210の下部の境界上に存在すればよい。

【0102】

また、上記実施の形態において、媒質210の表面を反射面として利用するのではなく、反射面を媒質210の内部に形成してもよい。

【0103】

また、図3に示すSIM201において、側方反射面240は媒質210の上部から下部に向かって伸びる略筒状の反射面であればよく、上面220および下面230と側方反射面240とが接している必要はない。さらに、側方反射面240は完全に筒状である必要はなく、およそ筒状となっていればよい。例えば、リング状の反射面を上下方向に複数配置したものを側方反射面240として利用してもよく、上下方向に長い反射面を軸211の周囲に複数位置したものを側方反射面240としてもよい。

【0104】

また、図6に示すSIM202において、反射面として利用される上面220および下面230の形状は、平面や楕円を回転させて得られる曲面以外の面が利用されてもよい。他の曲面が利用される場合であっても下面230を下方に向かって突出する凸形状とすることにより、SIMが傾くことによる下面230と記録媒体9との接触を防止することができる。なお、下面230に代えて下方に向かって突出する凸形状の反射面を媒質内に形成してもよい。このような構成であっても、下面を凸形状とすることが可能であるとともに下面を反射面として利用

しないことが実現され、SIMが傾くことによる下面と記録媒体9との接触の防止、あるいは、反射面の損傷の防止が実現される。

【0105】

また、図8、図12、図15および図16に示すSIMでは、発散光をコリメート光に変換し、さらに、コリメート光を集光させることから、コリメート光が媒質内を伝播する距離を適宜変更することが可能であり、入射点221と集光点231との位置関係を決定する際の自由度を増すことができる。

【0106】

また、図8に示すSIM203のように、発散光をコリメート光に変換する反射面とコリメート光を集束させる反射面との間に、コリメート光の進行方向を変更する中間の反射面を設けることにより、入射点221と集光点231との位置関係を決定する際の自由度をさらに増すことが実現される。コリメート光を反射する中間の反射面は1つに限定されるものではなく、複数設けられてもよい。さらに、中間の反射面に入射する光の入射角は任意に変更されてよい。図12、図15および図16に示すSIMにおいても中間反射面を設けることが可能である。

【0107】

なお、図13において、反射面要素271と反射面要素272との形状は上記説明のものに限定されない。例えば、反射面要素272を下に凸となる円錐面とし、反射面要素272の形状に合わせて反射面要素271の形状が適宜決定されてもよい。逆に、反射面要素271を下に凸となる円錐面とし、反射面要素271の形状に合わせて反射面要素272の形状が適宜決定されてもよい。

【0108】

また、SIMには光ファイバ22から発散光が導入されると説明したが、光ファイバ22とSIMの入射点221との間に散乱部材が設けられてもよい。また、光ファイバ22を用いずに、発散光を導入する他の手法が用いられてもよい。例えば、入射点221に直接光源が取り付けられてもよい。この場合、記録再生装置1における光学的構成をコンパクトにすることができる。

【0109】

また、記録再生装置 1 における光ヘッド 2 の構造として、図 1 および図 2 に示すもの以外の構造が採用されてもよい。例えば、アーム 2 3 が記録媒体 9 の回転中心から外周部へと向く方向に配置され、この方向に沿ってアーム 2 3 が直進的にスライド移動されてもよい。光学ユニット 2 0 もサスペンションを介することなくアーム 2 3 に固定されてもよい。

【 0 1 1 0 】

また、上記実施の形態では、記録再生装置 1 において記録媒体 9 の記録面からの光が SIM を介して光検出器 1 5 に入射すると説明したが、光検出器を光ヘッド 2 の外部に設け、集光点 2 3 1 近傍の近接場光が記録面にて散乱されることにより放出される光が SIM を介することなく検出されてもよい。

【 0 1 1 1 】

また、以上に説明した SIM は、記録媒体 9 に対する情報の記録、再生または消去を行う装置以外にも利用可能であり、例えば、光ディスクの原盤作成を行う原盤露光装置や試料の観察を行う顕微鏡に利用することも可能である。

【 0 1 1 2 】

なお、上記説明では SIM の入射点 2 2 1 から発散光 7 が導入された際の媒質 2 1 0 内における光の伝播の様子を用いて SIM の形態を説明したが、SIM が利用される際には必ずしも光が入射点 2 2 1 から導入される必要はない。例えば、透光性を有する試料を透過モードにて観察する近接場光学顕微鏡に SIM を利用する際には、観察側とは反対側から照明を行って試料表面近傍の近接場光が集光点 2 3 1 から取得され、入射点 2 2 1 から取り出される。このように、上記説明における入射点 2 2 1 および集光点 2 3 1 という用語は、SIM の形態を説明する上で便宜上用いられるものにすぎない。

【 0 1 1 3 】

【発明の効果】

請求項 1 ないし 4 の発明では、ソリッドイマージョンミラーにおける反射面の損傷を防止することができる。

【 0 1 1 4 】

請求項 5 ないし 1 3 の発明では、入射点と集光点との位置関係を決定する際の

自由度を増すことができる。

【0115】

また、請求項6の発明では、光を集光点に適切に集光させることができ、請求項7の発明では、光の集光特性を変更することができる。請求項13の発明では、入射点と集光点との位置関係を決定する際の自由度をさらに増すことができる。

【0116】

また、請求項14の発明では、集光点近傍において集光点以外の位置から光が放出されないようにすることができ、請求項15の発明では、集光点の近接場領域の光を適切に利用することができる。

【0117】

また、請求項16の発明では、請求項1ないし15に記載のソリッドイマージョンミラーを利用することにより、再生装置におけるソリッドイマージョンミラーの反射面の損傷の防止、または、ソリッドイマージョンミラーの入射点と集光点との位置関係の自由度を増すことが実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

記録再生装置の構成の概略を示す平面図である。

【図2】

光学ユニットおよび光源ユニットの構成を示す概略図である。

【図3】

SIMの構造を示す縦断面図である。

【図4】

図3に示すSIMにおいて側方反射面の形状、並びに、入射点および集光点の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【図5】

図3に示すSIMに各種コーティングを施したものを例示する縦断面図である。

【図6】

S I M の構造を示す縦断面図である。

【図 7】

図 6 に示す S I M において上面および下面の形状および配置、並びに、入射点および集光点の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【図 8】

S I M の構造を示す縦断面図である。

【図 9】

図 8 に示す S I M の形状、並びに、入射点および集光点の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【図 1 0】

図 8 に示す S I M の形状、並びに、入射点および集光点の位置を設計上決定する際に利用された原理を説明するための図である。

【図 1 1】

発散または集束する光とコリメート光との間で変換を行う反射面の例を示す図である。

【図 1 2】

S I M の構造を示す縦断面図である。

【図 1 3】

発散または集束する光とコリメート光との間で変換を行う反射面の他の例を示す図である。

【図 1 4】

図 1 3 に示す 2 つの反射面要素の関係を説明するための図である。

【図 1 5】

S I M の構造を示す縦断面図である。

【図 1 6】

S I M の構造を示す縦断面図である。

【図 1 7】

図 3 に示す S I M をガラスモールド法にて製作する様子を示す図である。

【図 1 8】

プレス加工後のガラス材を示す図である。

【図 1 9】

図 8 に示す S I M をガラスモールド法にて製作する様子を示す図である。

【図 2 0】

プレス加工後のガラス材を示す図である。

【図 2 1】

プレス加工後のガラス材を接着する様子を示す図である。

【符号の説明】

- 1 記録再生装置
- 7 発散光
- 9 記録媒体
- 1 1 光源
- 1 2, 1 4 レンズ
- 1 5 光検出器
- 2 2 光ファイバ
- 2 3 アーム
- 2 4 アーム駆動部
- 5 1 回転駆動部
- 7 1 コリメート光
- 2 0 1 ~ 2 0 5 S I M (ソリッドイマージョンミラー)
- 2 1 0 媒質
- 2 2 0 上面
- 2 2 1 入射点
- 2 3 0 下面
- 2 3 1 集光点
- 2 3 1 a 微小開口
- 2 3 2 マスク
- 2 4 0 側方反射面

251, 252, 264, 265 曲面

253 反射面

274~277 反射面要素

811 長軸

811a 対称軸

820a 平面

821, 821a, 821b, 831 焦点

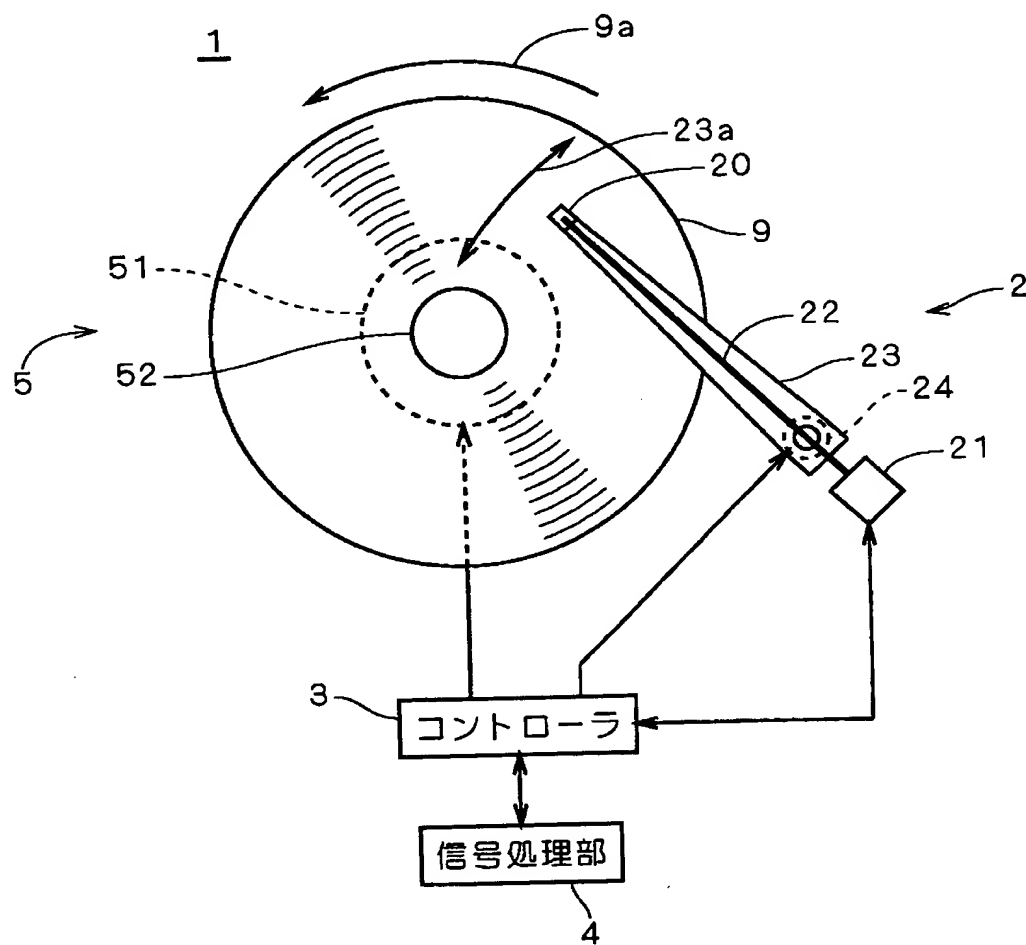
830a, 840 楕円

831a 点

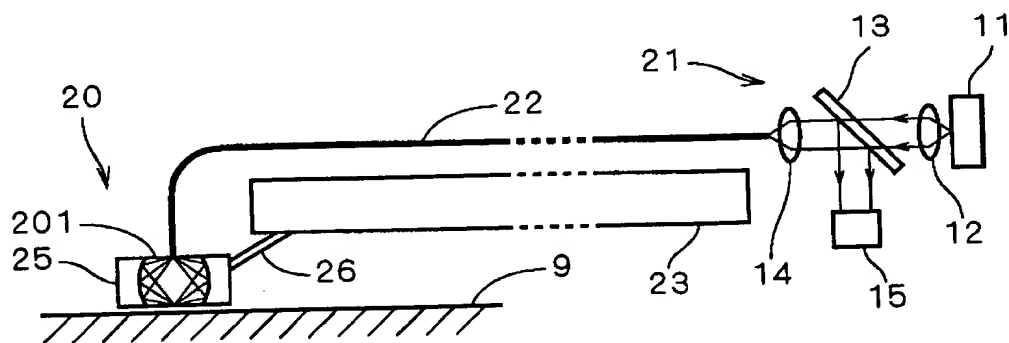
871 放物線

【書類名】 図面

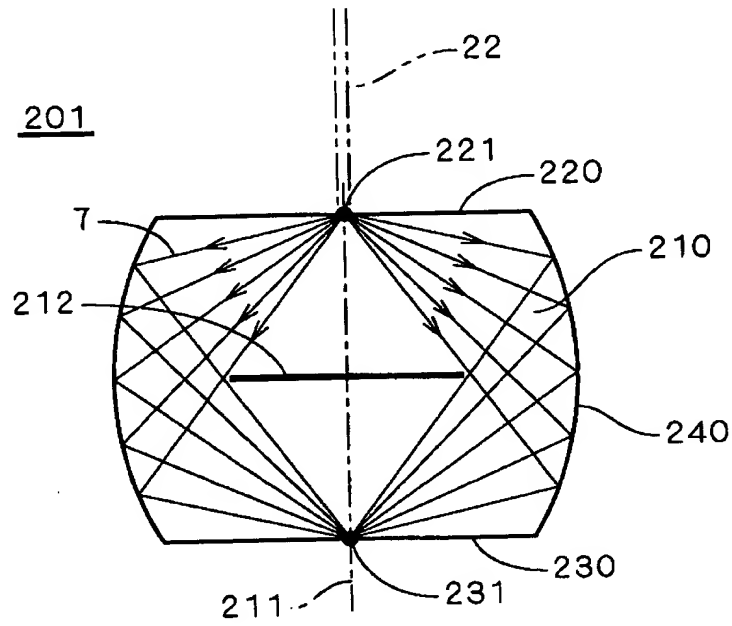
【図 1】



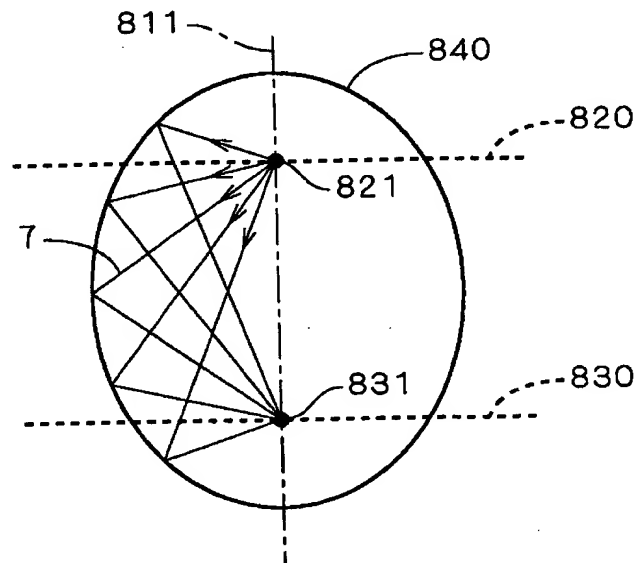
【図 2】



【図3】

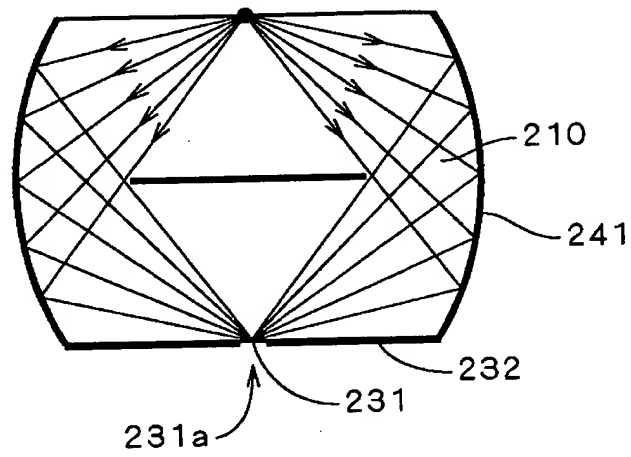


【図4】



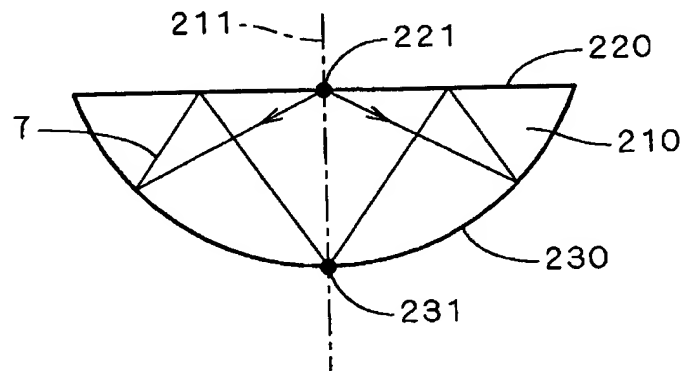
【図 5】

201a

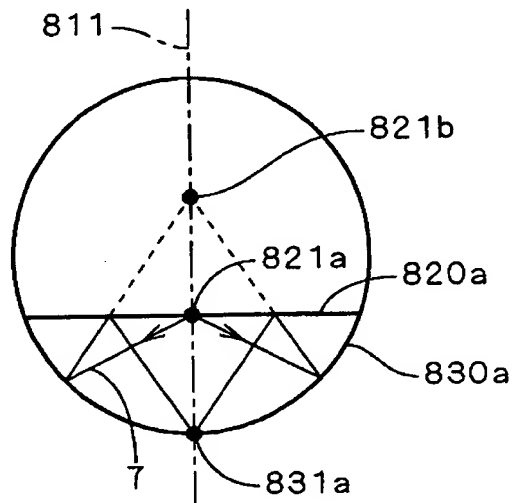


【図 6】

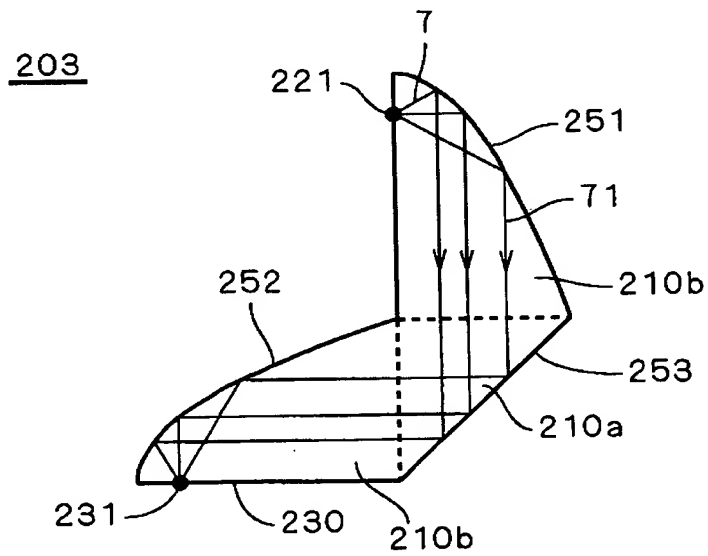
202



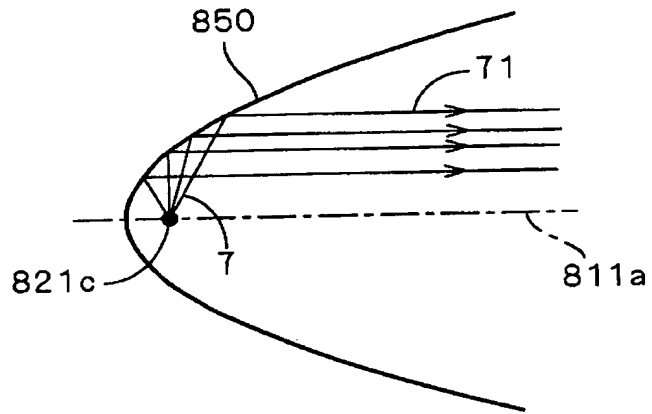
【図 7】



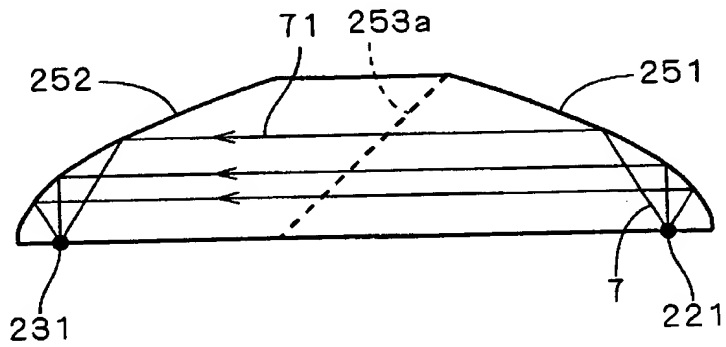
【図 8】



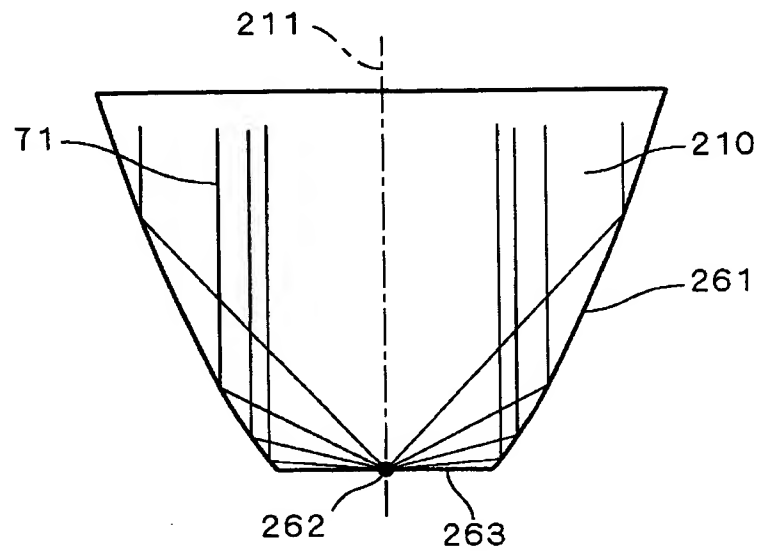
【図9】



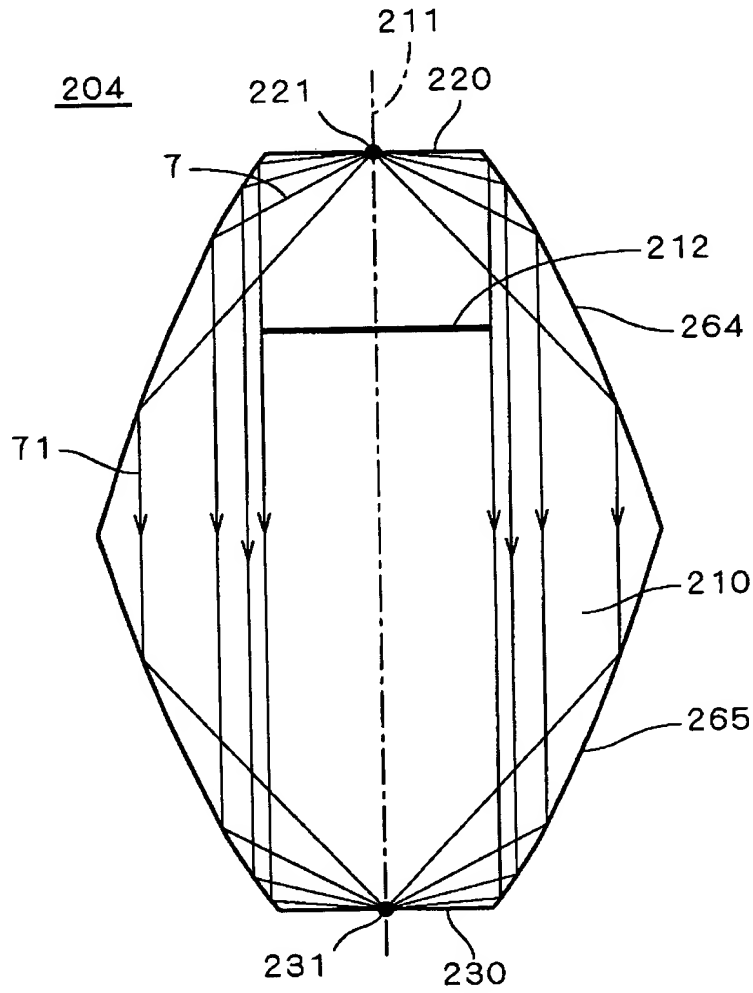
【図10】



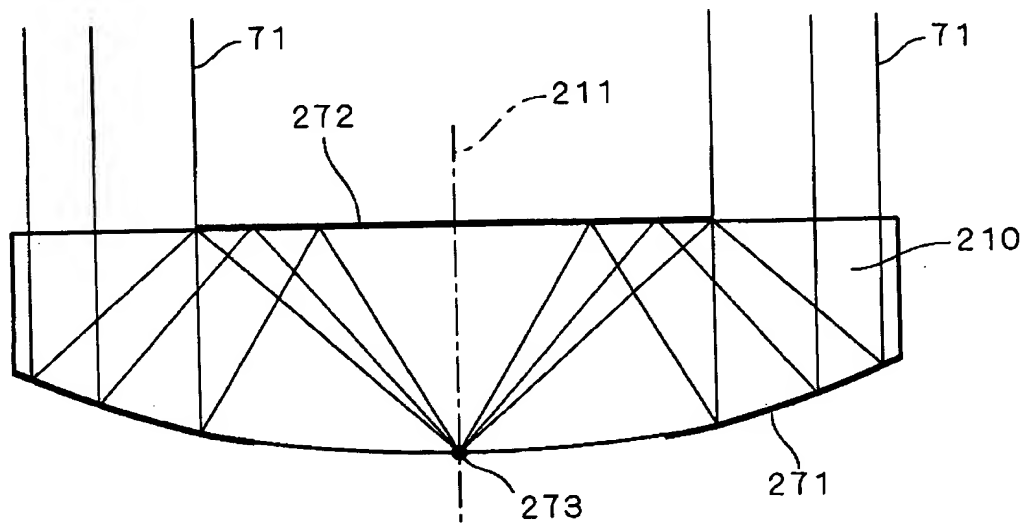
【図 1 1】



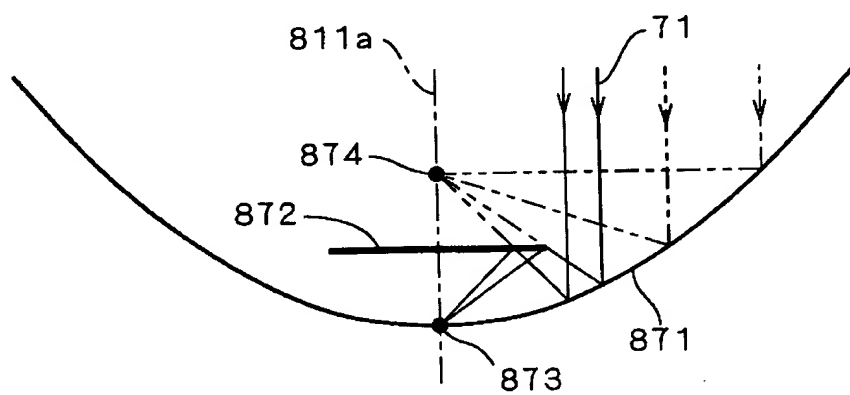
【図 12】



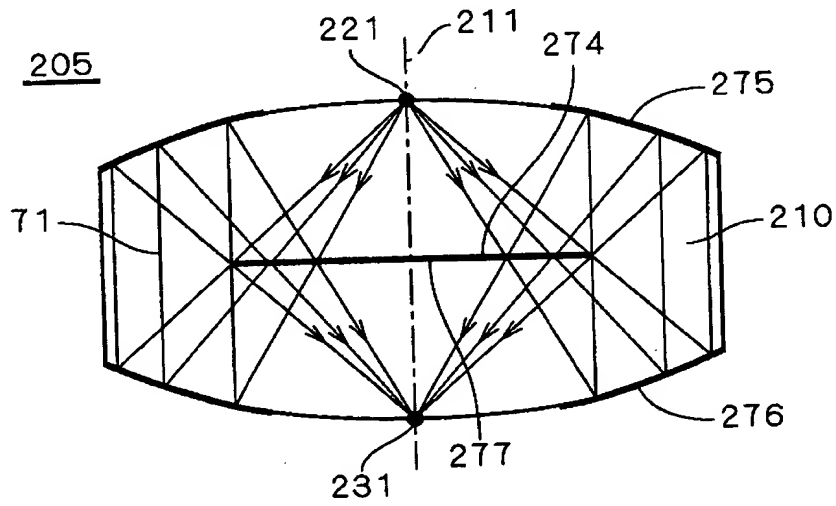
【図13】



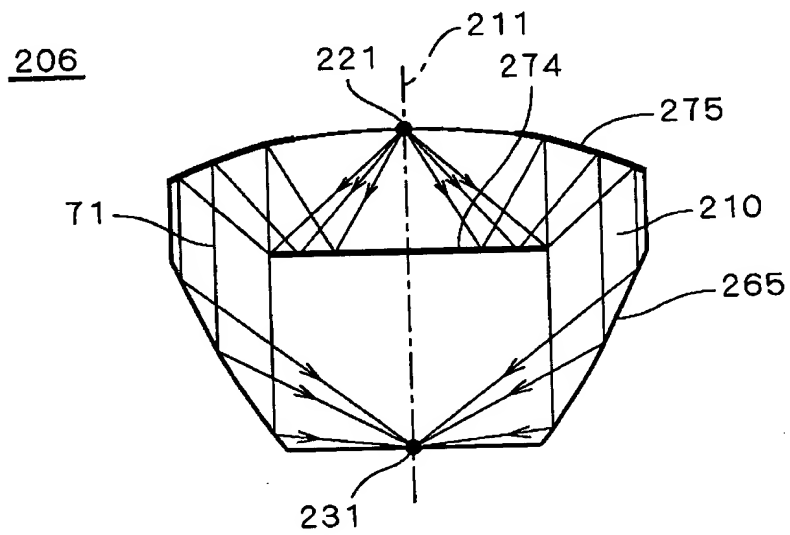
【図14】



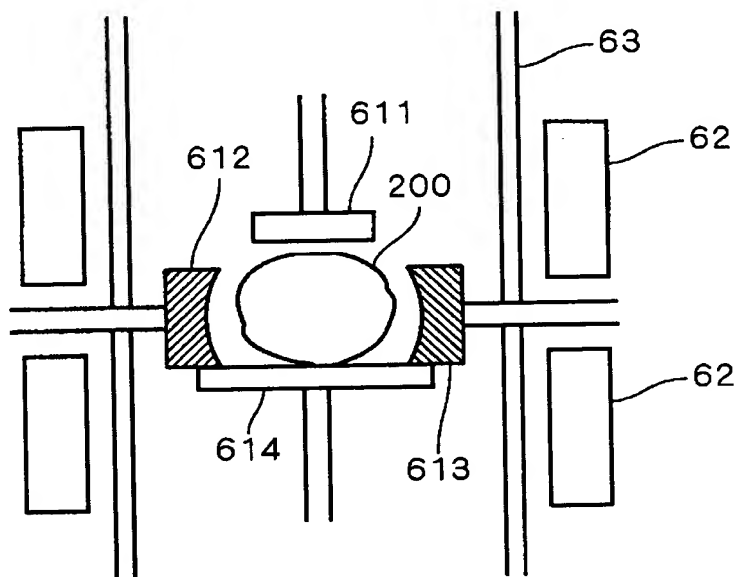
【図15】



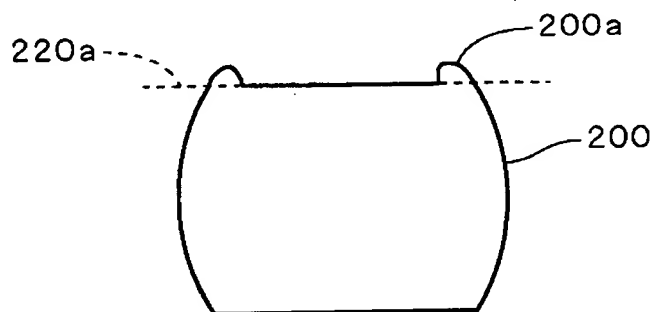
【図16】



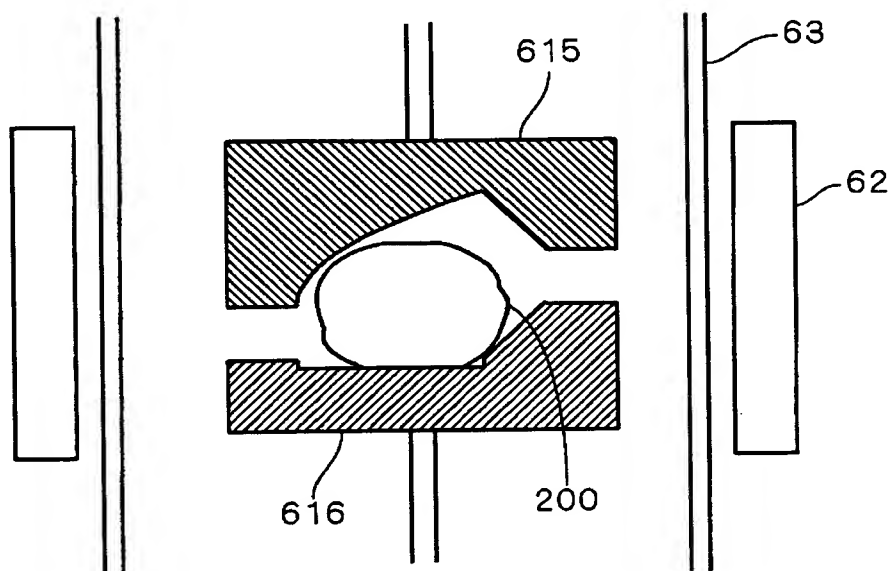
【図17】



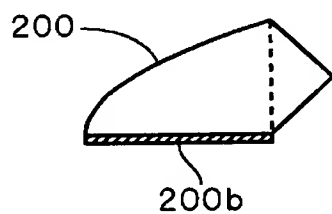
【図18】



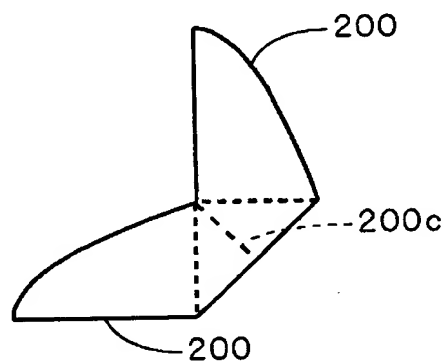
【図 1 9】



【図 2 0】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入射される発散光を集光させるソリッドイマージョンミラー（SIM）において反射面の損傷を防止する。

【解決手段】 光ファイバ22からの光を発散光7として媒質210に入射させ、集光点231に集光させるSIM201において、側方反射面240の形状を、長軸を中心に楕円を回転させて得られる曲面とし、楕円の2つの焦点の位置を入射点221および集光点231とする。入射点221から入射した発散光7は側方反射面240にて1回反射されて集光点231に集光する。これにより、媒質210の下面230を反射面として利用することなく光を集光させることができる。その結果、仮に、下面230が損傷したとしても反射面の損傷は生じることとはなく、光の集光に影響を与えることはない。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル

氏 名 ミノルタ株式会社